



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 34 895 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 D 41/20**  
F 02 M 51/00

②① Aktenzeichen: 197 34 895.5  
②② Anmeldetag: 12. 8. 97  
④③ Offenlegungstag: 25. 2. 99

**DE 197 34 895 A 1**

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Gerken, Hartmut, 93152 Nittendorf, DE; Hoffmann,  
Christian, Dr., 93057 Regensburg, DE; Freudenberg,  
Hellmut, 93080 Pentling, DE; Pirkel, Richard, 93053  
Regensburg, DE; Hecker, Martin, 93336  
Altmannstein, DE

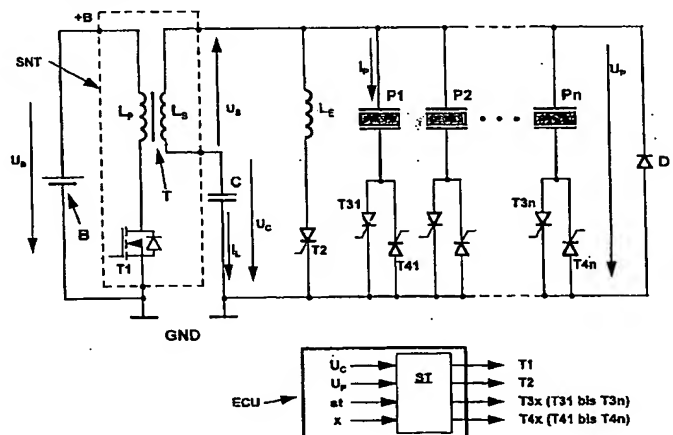
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 36 21 541 C2  
JP 3-199650 A und Patents Abstracts of Japan,  
M-1183;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung und Verfahren zum Ansteuern wenigstens eines kapazitiven Stellgliedes

⑤⑦ Eine Vorrichtung zum Ansteuern wenigstens eines kapazitiven Stellgliedes wird über einen Kondensator von einem nach dem Sperrwandlerprinzip arbeitenden Schaltnetzteil SNT versorgt, dessen Sekundärspule zugleich die Funktion der großen und schweren Ladespule übernimmt. Dadurch wird Platz und Gewicht gespart.



**DE 197 34 895 A 1**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ansteuern wenigstens eines kapazitiven Stellgliedes, insbesondere für Kraftstoffeinspritzventile einer Brennkraftmaschine, nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben dieser Vorrichtung.

Aus DE 36 21 541 A1 ist eine Vorrichtung zum Ansteuern kapazitiver Stellglieder mit einem von einer Spannungsquelle aufladbaren Kondensator, einer Lade- und einer Entladespule bekannt. Die an den kapazitiven Stellgliedern erreichbare Spannung  $U_P$  ist auf einen Wert  $U_P < 2U_B$  kleiner als die doppelte Ausgangsspannung  $U_B$  der Spannungsquelle begrenzt.

Für eine Hochspannungsversorgung kapazitiver Stellglieder für Kraftstoffeinspritzventile einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine mit  $U_P \approx 15U_B$  ist diese Schaltung nicht geeignet. Höhere Spannungen sind bekannterweise mittels Schaltnetzteilen (SNT) erzeugbar.

Aufgrund der Abmessungen der Spulen des Schaltnetzteils SNT (Transformator), der Ladespule und der Entladespule sowie deren Gewicht entstehen Probleme bei deren Unterbringung in einem fahrzeugspezifischen Gehäuse.

Es ist Aufgabe der Erfindung, Abmessungen und Gewicht einer Vorrichtung zum Ansteuern wenigstens eines kapazitiven Stellgliedes so zu reduzieren, daß diese ohne Komplikationen in ein fahrzeugspezifisches Gehäuse paßt.

Aufgabe der Erfindung ist auch, ein Verfahren zum Betreiben dieser Vorrichtung anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Durch eine Verkoppelung des Schaltnetzteils mit der Schaltendstufe wird die Funktion von Lade- und Entladespule durch die Sekundärspule  $L_S$  des Schaltnetzteil-Transformators SNT übernommen, welche dann als Umschwingspule arbeitet. Die große und schwere Ladespule (oder Entladespule) kann dadurch eingespart werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im folgenden unter Bezugnahme auf die schematische Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die Schaltung des Ausführungsbeispiels, und

Fig. 2 ein Flußdiagramm über den Ablauf des erfindungsgemäßen Ansteuerverfahrens.

Fig. 1 zeigt die Schaltung eines Ausführungsbeispiels nach der Erfindung zum Ansteuern von weiter nicht dargestellten Kraftstoffeinspritzventilen einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine über kapazitive (piezokeramische) Stellglieder  $P_x$  ( $x = 1$  bis  $n$ ) mittels einer nicht näher ausgeführten Steuerschaltung ST, die Teil eines als Kasten angeordneten, mikroprozessorgesteuerten Motorsteuergerätes ECU ist.

An den Anschlüssen +B und GND einer Bordspannungsquelle B, die eine Batteriespannung von beispielsweise 12 V liefert, liegt eine Reihenschaltung der Primärspule  $L_P$  eines Transformators T und eines elektronischen Schalters T1, vorzugsweise eines PMOS-Transistors, welcher von der Steuerschaltung ST angesteuert wird. Transformator T und Ladeschalter T1 sind Teil eines Schaltnetzteils SNT, welches nicht näher ausgeführt, sondern nur durch einen strichlierten Kasten angedeutet ist. Dieses Schaltnetzteil SNT arbeitet nach dem Sperrwandler-Prinzip.

Die Sekundärspule  $L_S$  des Transformators T ist mit ihrem ersten Anschluß über einen Kondensator C mit dem Minuspol GND der Spannungsquelle B und mit ihrem zweiten Anschluß mit den einen Anschlüssen parallelschaltender kapazitiver Stellglieder  $P_x$  verbunden. Jeder andere Anschluß der kapazitiven Stellglieder  $P_x$  ( $P_1$  bis  $P_n$ ) ist über zwei jeweils nur in einer Richtung stromleitende, elektronische Schalter

T3x und T4x mit dem Minuspol GND der Spannungsquelle B verbunden, wobei der jeweils eine Schalter T3x als Ladeschalter dient und vom jeweiligen Stellglied  $P_x$  zum Minuspol GND leitend steuerbar ist, und der jeweils andere Schalter T4x als Entladeschalter dient und vom Minuspol GND zum jeweiligen Stellglied  $P_x$  leitend steuerbar ist.

Zwischen dem zweiten Anschluß der Sekundärspule  $L_S$  und dem Minuspol GND ist eine Reihenschaltung einer Abkommutierungsspule  $L_A$  und eines zum Minuspol GND hin stromleitend steuerbaren elektronischen Abkommutierungsschalters T2 und parallel zu dieser Reihenschaltung eine Diode D, welche in Richtung vom Minuspol GND zum zweiten Anschluß der Sekundärspule  $L_S$  stromleitend ist, angeordnet.

Vorzugsweise sind der Abkommutierungsschalter T2, die Ladeschalter T3x und die Entladeschalter T4x Thyristorschalter, die beim Stromnulldurchgang (wenn der durch sie fließende Strom sein Vorzeichen wechselt) von selbst verlöschen.

Nachstehend wird ein Verfahren zum Betreiben der beschriebenen Ansteuerschaltung anhand der Zeichnung erläutert.

Ausgehend von einem eingeschwungenen Zustand, in welchem alle Schalter T1, T2, T3x und T4x nichtleitend sind, der Transformator T stromlos ist, die kapazitiven Stellglieder  $P_x$  ( $P_1$  bis  $P_n$ ) entladen und der Kondensator C etwa halb geladen ist, wird zum Aufladen des Kondensators C der Ladeschalter T1 nach dem Sperrwandlerprinzip getaktet angesteuert ( $T1 = 1$ ; I in Fig. 2).

Es fließt ein Ladestrom  $I_L$  (Fig. 1) von der Sekundärspule  $L_S$  durch den Kondensator C und die Diode D zurück in die Sekundärspule  $L_S$ .

Hat die Kondensatorspannung  $U_C$  einen vorgegebenen Sollwert  $U_{C\text{soll}}$  erreicht (Fig. 2, II), wird Ladeschalter T1 deaktiviert (Fig. 2, III). Der Kondensator C ist damit beispielsweise auf eine Spannung  $U_{C\text{soll}}$  aufgeladen.

Zum Aufladen eines vollständig entladenen Kondensators C (nach längeren Betriebspausen) muß Ladeschalter T1 erforderlichenfalls längere Zeit getaktet angesteuert werden, um den Kondensator C auf den Sollwert  $U_{C\text{soll}}$  aufzuladen.

Soll nun beispielsweise Stellglied  $P_1$  angesteuert werden, wozu der Steuerschaltung ST ein Steuersignal st ( $st = 1$ ; Fig. 2, IV) zugeführt wird, so wird Ladeschalter T31 gezündet (Fig. 2, V). Es fließt nun ein Ladestrom  $I_P$  von dem als Spannungsquelle dienenden Kondensator C über die Sekundärspule  $L_S$ , die jetzt als Umschwingspule arbeitet, in das Stellglied  $P_1$ , und von diesem über den leitenden Ladeschalter T31 zurück zum Kondensator C. Das Kraftstoffeinspritzventil wird geöffnet.

Sobald die Stellgliedspannung  $U_P$  einen vorgegebenen Sollwert  $U_{P\text{soll}}$  erreicht hat, wird Abkommutierungsschalter T2 gezündet (Fig. 2, VI). Dadurch wird Ladeschalter T31 sofort nichtleitend (der Thyristor erlischt und geht in den Sperrzustand über), da der Ladestrom durch das Stellglied null wird und über die Abkommutierungsspule  $L_A$  und den Abkommutierungsschalter T2 in den Kondensator C umgeleitet wird; wenn er zu null wird, verlöscht Abkommutierungsschalter T2 von selbst.

Der Abkommutierungszweig ermöglicht einerseits eine einfache Spannungsmessung für das jeweilige Stellglied und andererseits eine negative Aufladung des Kondensators C (negative Vorspannung). Durch die negative Vorspannung des Kondensators C wird eine vollständige Entladung der Stellglieder gewährleistet.

Damit ist der Ladevorgang des Stellgliedes  $P_1$  beendet und das Stellglied bleibt solange geladen, bis das Steuersignal st endet ( $st = 0$ ; Fig. 2, VIII).

Zum Entladen des Stellgliedes  $P_1$  wird Entladeschalter

T41 gezündet (Fig. 2; IX), wodurch ein Entladestrom vom Stellglied P1 über die wieder als Umschwingpule arbeitende Sekundärspule  $L_S$  in den Kondensator C fließt. Der Stromkreis schließt sich vom Kondensator C über den Entladeschalter T41 zum Stellglied P1.

Ist das Stellglied P1 entladen ( $U_P = 0$  V), so übernimmt die Diode D den noch fließenden Strom. Sinkt dieser unter den Wert des Haltestromes des Entladeschalters T41, so verlischt dieser und geht in den Sperrzustand über; das Stellglied ist entladen ( $U_P = 0$ ) und der Ansteuervorgang damit beendet.

Der nächste Ansteuervorgang desselben Stellgliedes P1 oder eines anderen Stellgliedes P2 bis Pn erfolgt auf dieselbe Weise, wie für das Stellglied P1 beschrieben.

Zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens werden der Steuerschaltung ST neben dem Steuersignal st die Kondensatorspannung  $U_C$ , die Stellgliedspannung  $U_P$  und die Zylinder Nummer x für das Stellglied Px des zu betätigenden Kraftstoffeinspritzventils zugeführt. Mit diesen und anderen, nicht erwähnten Daten, wie beispielsweise Motordrehzahl, Kurbelwellenstellung, Last (oder Fahrpedalstellung) etc., berechnet die Steuerschaltung ST die Ein- und Ausschaltsignale für den Ladeschalter T1 bzw. die Steuersignale zum Zünden der Ladeschalter T2, T3x und der Entladeschalter T4x in der oben angegebenen Weise.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ansteuern wenigstens eines kapazitiven Stellgliedes (Px; x = 1 bis n), insbesondere für Kraftstoffeinspritzventile einer Brennkraftmaschine, mit einer von einer Gleichspannungsquelle (B) gespeisten Schaltung mit einem Kondensator (C), einer Ladespule, einer Entladespule ( $L_S$ ) und wenigstens einem Lade- und einem Entladeschalter (T3x, T4x), **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gleichspannungsquelle (B) ein Schaltnetzteil (SNT) nachgeschaltet ist, welches einen Transformator (T) enthält, daß die Primärspule (LP) des Transformators (T) in Reihenschaltung mit einem elektronischen Schalter (T1) an den Anschlüssen (+B, GND) der Gleichspannungsquelle (B) liegt, daß die Sekundärspule ( $L_S$ ) die Funktion der Lade- und der Entladespule übernimmt, und mit ihrem ersten Anschluß über den Kondensator (C) mit dem Minuspol (GND) der Spannungsquelle (B) verbunden ist, daß der zweite Anschluß der Sekundärspule ( $L_S$ ) mit den einen Anschlüssen der parallelgeschalteten kapazitiven Stellglieder (Px) verbunden ist, daß der andere Anschluß jedes Stellgliedes (Px) über jeweils zwei nur in einer Richtung stromleitende, elektronische Schalter (T3x, T4x) mit dem Minuspol (GND) der Spannungsquelle (B) verbunden ist, wobei der eine Schalter (T3x) als Ladeschalter dient und vom Stellglied (Px) zum Minuspol (GND) leitend steuerbar ist, und der andere Schalter (T4x) als Entladeschalter dient und vom Minuspol (GND) zum jeweiligen Stellglied (Px) leitend steuerbar ist, und daß zwischen dem zweiten Anschluß der Sekundärspule ( $L_S$ ) und dem Minuspol (GND) eine Reihenschaltung einer Abkommutierungsspule ( $L_A$ ) und eines zum Minuspol (GND) hin stromleitend steuerbaren elektronischen Schalters (T2) und parallel zu dieser Reihenschaltung eine Diode (D), welche in Richtung vom Minuspol (GND) zum zweiten Anschluß der Sekundärspule ( $L_S$ ) stromleitend ist, angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß der elektronische Ladeschalter (T1) ein PMOS-Transistor ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronischen Schalter (T2, T3x, T4x) Thyristoren sind.

4. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Aufladen des Kondensators (C) der Schalter (T1) solange getaktet angesteuert wird, bis die Kondensatorspannung ( $U_C$ ) einen vorgegebenen Sollwert ( $U_{C\text{soll}}$ ) erreicht, daß zum Ansteuern eines Stellgliedes (Px) der Steuerschaltung (ST) ein Steuersignal (st) zugeführt wird, welche daraufhin den dem Stellglied (Px) zugeordneten Ladeschalter (T3x) zündet, um das Stellglied (Px) aus dem Kondensator (C) über die als Umschwingpule arbeitende Sekundärspule ( $L_S$ ) aufzuladen, bis die Stellgliedspannung ( $U_P$ ) einen vorgegebenen Sollwert ( $U_{P\text{soll}}$ ) erreicht hat, daß beim Erreichen des Sollwertes ( $U_{P\text{soll}}$ ) der Abkommutierungsschalter (T2) gezündet wird, wodurch das Stellglied (Px) geladen bleibt und der Kondensator (C) negativ vorgespannt wird, und daß zum Entladen des Stellgliedes (Px) am Ende des Steuersignals (st) der dem Stellglied (Px) zugeordnete Entladeschalter (T4x) gezündet wird, wodurch das Stellglied (Px) über die als Umschwingpule arbeitende Sekundärspule ( $L_S$ ) in den Kondensator (C) entladen wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

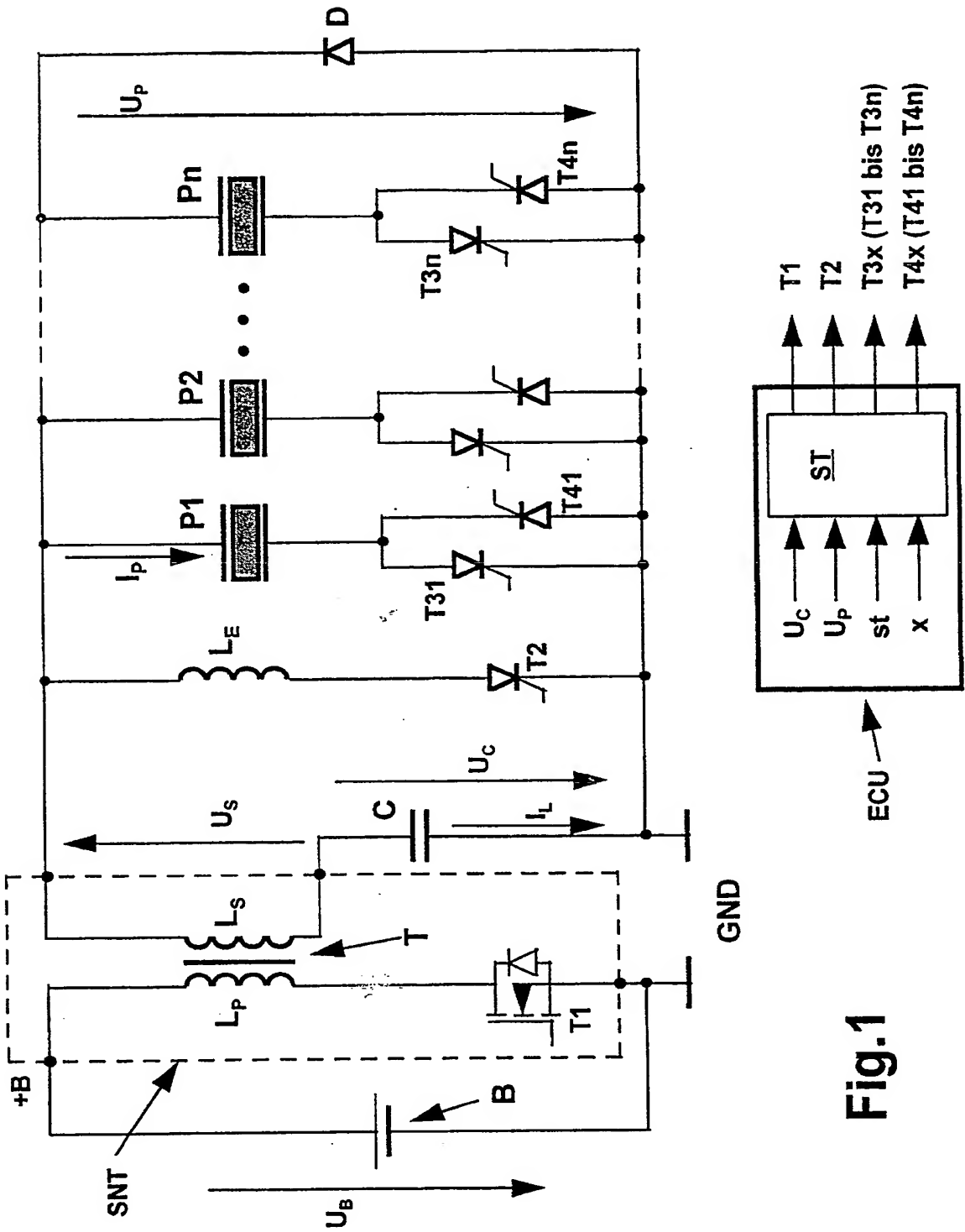


Fig.1

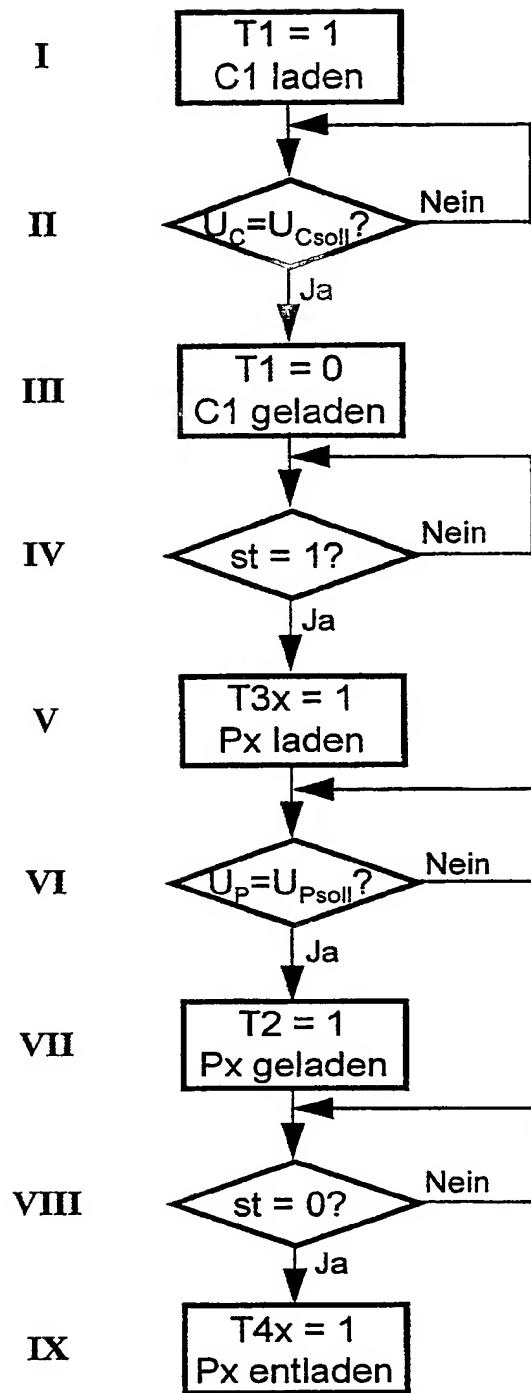


Fig. 2